

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-260910

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int.Cl.

H01F 1/16  
 B05D 5/12  
 B05D 7/14  
 B32B 15/08  
 H01F 27/24  
 // C09J 5/08  
 C09J201/00

(21)Application number : 2001-054325

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 28.02.2001

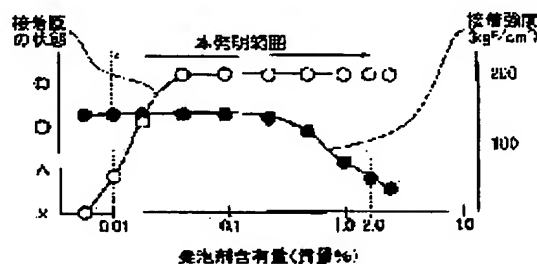
(72)Inventor : SASHI KAZUMICHI  
 KOMORI YUKA  
 KONO MASAKI  
 HONDA ATSUTO

## (54) ELECTROMAGNETIC STEEL SHEET WITH INSULATING FILM OF GOOD ADHESION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide electromagnetic steel sheets provided with insulating films which contain adhesive resin on their surfaces and can be bonded to the steel sheets by laminating and pressing while heating.

SOLUTION: This electromagnetic steel plate has an insulation film formed at least on its one surface, and the insulation film contains adhesive resin and foaming agent. Foaming agent of 0.01 to 2 pts.mass and adhesive resin of 100 pts.mass are contained in the insulation film.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
 rejection]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The magnetic steel sheet with an insulating coat whose content of this foaming agent it is the magnetic steel sheet with an insulating coat which comes to prepare an insulating coat in one [ at least ] front face of a magnetic steel sheet, and this insulating coat contains adhesive resin and a foaming agent, and is 0.01 - 2 mass section to this adhesive resin 100 mass section.

[Claim 2] The laminating magnetic steel sheet with which it is the laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and has the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line.

[Claim 3] The laminating iron core with which it is the laminating iron core which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and has the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line.

[Claim 4] The manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet which carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and is characterized by obtaining a laminating magnetic steel sheet by making some or all of said foaming agent foam after carrying out a two or more sheet laminating so that said insulating coats may paste up a magnetic steel sheet with an insulating coat according to claim 1.

[Claim 5] The manufacture approach of the laminating iron core which carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and is characterized by obtaining a laminating iron core by making some or all of said foaming agent foam after carrying out a two or more sheet laminating so that said insulating coats may paste up a magnetic steel sheet with an insulating coat according to claim 1.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic steel sheet with an insulating coat of the heating bonded type used as an ingredient of the laminating iron core used for a rotation machine, a transformer, etc. Moreover, this invention relates to a laminating magnetic steel sheet, laminating iron cores, and these manufacture approaches.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the iron core used for electrical machinery and apparatus, such as a rotation machine and a transformer, gave the insulating coat for decreasing an eddy current to a magnetic steel sheet first, pierced or carried out the shearing work of it, and was further manufactured an a large number pile and by making it fix with welding, caulking, or adhesives. However, the iron core edge section connected too hastily, and there were a problem that insulation falls, and a problem that magnetic properties deteriorated by heat distortion in the approach of making it fix by welding. Moreover, there was a problem that magnetic properties deteriorated by processing distortion in the approach of making it fix with caulking. Moreover, although there was no problem of degradation of magnetic properties which were mentioned above in the approach of making it fix with adhesives not much, since it was necessary to apply adhesives for every one magnetic steel sheet, there were a problem that workability is bad, and a problem that the adhesive strength between insulating coats was not enough.

[0003] On the other hand, the method of carrying out the laminating of the steel plate which applied to JP,2-208034,A the constituent which uses a thermoplastic acrylic resin emulsion with a glass transition temperature of 60 degrees C or more, an epoxy resin emulsion, etc. as a principal component, and was obtained by drying, carrying out heating pressurization and manufacturing a laminating iron core is indicated. This approach skips the process which applies adhesives, cannot be easily influenced of processing distortion, and has the advantage of being hard to block when it winds around a coiled form. However, there was a problem of causing the breakaway between layers (breakaway in respect of adhesion) which a part with imperfect adhesion may exist and twists badly [ when severe / adhesion ] the magnetic steel sheet (henceforth "the conventional heating bonded type magnetic steel sheet") manufactured by the above-mentioned approach in the actual laminating iron core obtained by carrying out heating pressurization. When an iron core was large, it is easy to be influenced of the irregularity of a coat or a steel plate, and was especially easy to actualize a problem.

[0004] It explains using drawing. Drawing 1 is the typical sectional view of the insulating coat 2 containing adhesive resin in the laminating iron core 1 which carries out the laminating of the conventional heating bonded type magnetic steel sheet, and is obtained by carrying out heating pressurization. the delicate ridge by roping of the spreading roll at the time of spreading etc. even if the front face of the insulating coat 2 completely looks flat on the appearance before adhesion — even if the irregularity of the coat of a \*\* exists and it performs heating pressurization, the crevice may not paste up. Consequently, it may arise that the amount of [ the adhesion good part 3 and / 4 ] non-adhesion part exists in the shape of stripes, and they do not result in full adhesion. When this wants to seal the inside and outside of the laminating core of the laminating iron core 1, it causes leakage. Moreover, a core crack may be caused in the part it became insufficient for the reasons of board thickness deflection, thickness deflection, etc. pressurizing, without insulating coat 2 comrades fully sticking. The core crack part 5 is a part which has caused breakaway between layers. The irregularity of board thickness deflection, thickness deflection, and an insulating coat etc. surely exists, and on the other hand, since the pressure at the time of heating pressurization cannot be enlarged on account of equipment in many cases, either, possibility that the above-mentioned problem will arise will remain in an actual product to some extent.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, it is the magnetic steel sheet which has the insulating coat which contains adhesive resin on a front face, the laminating of this invention is carried out, and when heating pressurization is carried out, it aims at offering the magnetic steel sheet which these insulating coats can fully paste up. Moreover, this invention is a laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and aims at offering the laminating magnetic steel sheet which magnetic steel sheets have fully pasted up by the glue line containing the adhesive resin between each magnetic steel sheet, and its manufacture approach. Furthermore, this invention is a laminating iron core which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and aims at offering the laminating iron core which magnetic steel sheets have fully pasted up by the glue line containing the adhesive resin between each magnetic

steel sheet, and its manufacture approach.

[0006]

[Means for Solving the Problem] When this invention person made the adhesive resin which constitutes an insulating coat contain the foaming agent of the amount of specification as a result of inquiring wholeheartedly that the above-mentioned technical problem should be solved, a header and this invention were completed for a foaming agent foaming at the time of heating pressurization, and an insulating coat expanding, and not being generated by the amount of non-adhesion part.

[0007] That is, it is the magnetic steel sheet with an insulating coat with which this invention comes to prepare an insulating coat in one [ at least ] front face of a magnetic steel sheet, this insulating coat contains adhesive resin and a foaming agent, and the content of this foaming agent offers the magnetic steel sheet with an insulating coat which is 0.01 - 2 mass section to this adhesive resin 100 mass section. Drawing 2 is the cross section showing the condition before and behind the heating pressurization of the laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of (a) (b) this invention mentioned above with the laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the laminating of the conventional heating bonded type magnetic steel sheet. In addition, the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention is not limited to this. The laminating of the conventional heating bonded type magnetic steel sheet 10 which comes to prepare the adhesive resin coat (insulating coat containing adhesive resin) 12 in a magnetic steel sheet 11 is carried out, if heating pressurization is carried out, it will originate in the irregularity of the adhesive resin coat 12, and the amount of [ the adhesion good part 13 and / 14 ] non-adhesion part will produce it. On the other hand, the magnetic steel sheet 20 with an insulating coat of this invention which comes to prepare the insulating coat 22 which contains adhesive resin and a foaming agent in a magnetic steel sheet 21 is pasted up, without carrying out a laminating, and some or all of a foaming agent foaming with heating, air bubbles' 23 arising, and the insulating coat's 22 expanding by this, and producing a clearance between insulating coat 22 comrades, if heating pressurization is carried out. Therefore, according to the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, a laminating is carried out, and when heating pressurization is carried out, insulating coats can paste up closely enough.

[0008] Moreover, this invention is a laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and offers the laminating magnetic steel sheet with which it has the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line.

[0009] Moreover, this invention is a laminating iron core which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and offers the laminating iron core with which it has the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line.

[0010] Moreover, after carrying out the two or more sheet laminating of this invention so that said insulating coats may paste up said magnetic steel sheet with an insulating coat, it offers the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet which carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and is characterized by obtaining a laminating magnetic steel sheet by making some or all of said foaming agent foam.

[0011] Moreover, after carrying out the two or more sheet laminating of this invention so that said insulating coats may paste up said magnetic steel sheet with an insulating coat, it offers the manufacture approach of the laminating iron core which carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and is characterized by obtaining a laminating iron core by making some or all of said foaming agent foam.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail. Introduction and the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention are explained. The magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention is a magnetic steel sheet with an insulating coat which comes to prepare an insulating coat in one [ at least ] front face of a magnetic steel sheet, this insulating coat contains adhesive resin and a foaming agent, and the content of this foaming agent is characterized by being 0.01 - 2 mass section to this adhesive resin 100 mass section.

[0013] A well-known thing can be used as a magnetic steel sheet (electrical sheet) used for the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, and which thing is sufficient as nondirectional, one directivity, 2-way nature, etc. Especially the chemical composition of a magnetic steel sheet is not limited. Moreover, although especially the board thickness of a magnetic steel sheet is not limited, it is desirable to be referred to as about 0.05-1.0mm which is the usual thickness.

[0014] Especially the adhesive resin used for this invention is not limited, but resin, such as acrylic, an epoxy system, a phenol system, and a silicone system, can be used for it, it is independent or these can be used for it as mixture of two or more sorts of adhesive resin. Moreover, additives, such as an amine system curing agent and a silica, can be added in the range which does not spoil the effectiveness of this invention. As for the adhesive resin used for this invention, it is desirable that glass transition temperature or softening temperature is 60 degrees C or more. When good bond strength is obtained as glass transition temperature or softening temperature is 60 degrees C or more, and it rolls round to a coiled form, blocking of steel plates can be controlled.

[0015] The foaming agent used for this invention is a chemistry foaming agent, and generates gas, such as nitrogen, a carbon dioxide, a carbon monoxide, ammonia, and hydrogen, with heating. As a foaming agent, both an organic

system foaming agent and an inorganic system foaming agent can be used. As an organic system foaming agent, for example An AZOJI carvone amide, an azobis formamide, Azo compound;N, such as azobisisobutyronitril and azo JIKARUPON acid barium, N'-dinitrosopentamethylenetetramine, Nitroso compounds, such as N, N'-dinitroso-N, and N'-dimethylterephthalamide; Benzenesulphonyl Hydrazide, Sulfonyl semicarbazide compound;5-phenyl tetrazoles, such as sulfonyl Hydrazide compound;p-toluene sulfonyl semicarbazide, such as p-tosyl Hydrazide, p, and p'-oxy-screw benzenesulphonyl Hydrazide, Tetrazole compounds, such as 5-phenyl-1H-tetrazole, are mentioned. As an inorganic system foaming agent, what added the organic acid is mentioned to azide compound; sodium borohydride, such as sodium bicarbonate, an ammonium carbonate, ammonium bicarbonate, ammonium nitrite, and calcium azide, and these, for example. In the range which does not spoil this invention, it may be made to compound and these foaming agents may be used.

[0016] Especially the decomposition initiation temperature and decomposition temperature of a foaming agent are not limited. Here, the decomposition initiation temperature and decomposition temperature in this invention are explained using drawing 3. Drawing 3 is a graph which shows the relation between the temperature at the time of heating a foaming agent by part for programming-rate/of 2 degrees C, and the amount of generation of gas. When it heats by part for programming-rate/of 2 degrees C, the decomposition initiation temperature of the foaming agent in this invention is temperature which the amount of generation of gas begins to increase rapidly, and is the temperature of the intersection of Tangent a and Tangent b in drawing 3. Moreover, when it heats by part for programming-rate/of 2 degrees C, the decomposition temperature of the foaming agent in this invention is temperature with which the amount of generation of gas is saturated, and is the temperature of the intersection of Tangent c and Tangent d in drawing 3.

[0017] The content of the foaming agent in the insulating coat of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention is 0.01 - 2 mass section to the adhesive resin 100 mass section. The content of the foaming agent in an insulating coat is the point of fully expanding an insulating coat, is more than the 0.01 mass sections to the adhesive resin 100 mass section, and is more than the 0.10 mass section still more preferably more than the 0.05 mass section more preferably more than the 0.02 mass section. Moreover, the content of the foaming agent in an insulating coat is the point of maintaining the consistency of a coat and maintaining bond strength, is below 2 mass sections to the adhesive resin 100 mass section, and is below the 1.0 mass section more preferably below the 1.5 mass section.

[0018] In order to be used suitable for the laminating magnetic steel sheet of this invention mentioned later, and the laminating iron core of this invention, as for the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, it is desirable for a foaming agent to distribute to homogeneity in adhesive resin, to make air bubbles smaller than the thickness after adhesion generate, and to get.

[0019] The insulating coat of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention can contain a decomposition accelerator (foaming assistant), in order to adjust the temperature characteristic about foaming of the above-mentioned foaming agent. Especially as a decomposition accelerator, it is not limited but a well-known thing can be used according to the foaming agent used. For example, the metallic compounds which have a urea, stearin acid, dibasic lead phthalate, dibasicity phosphorous acid lead, and Lewis acid are mentioned.

[0020] The insulating coat of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention can contain additives, such as a rust-proofer, in much more improvement sake in various engine performance. In this case, in order to secure the engine performance after distorted picking annealing, as for the total quantity of the mineral matter in an insulating coat, it is desirable to consider as the 3 - 300 mass section to the organic substance 100 mass section.

[0021] It is desirable that it is the point that sufficient resistance between layers can be obtained, and is 0.05 micrometers or more although not limited, it is more desirable that it is 0.1 micrometers or more, and in order that especially the thickness of the insulating coat of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention may keep high a space factor (a ferrite when [ whole ] it considers as a laminating magnetic steel sheet or a laminating iron core comparatively), it is desirable that it is 25 micrometers or less, and it is more desirable that it is 10 micrometers or less.

[0022] Especially the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention does not have the manufacture approach limited. For example, the adhesive resin of drainage systems, such as an emulsion and dispersion, is applied to a magnetic steel sheet by various approaches, such as the roll coater method, the flow coater method, spray painting, and the knife coating-machine method, and the method of performing baking finish by approaches, such as a hot blast type which is usually carried out, an infrared type, and an induction-heating type, is mentioned. Although these processes may be performed after they turn off a magnetic steel sheet and make it tabular, they were performed as [ coiled form ], and productivity is [ direction ] high and they are practical. Moreover, these processes are preferably performed below at decomposition initiation temperature below the decomposition temperature of the foaming agent used. Thereby, foaming of the foaming agent in a production process is controlled, the laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention can be carried out, and the foaming engine performance at the time of carrying out heating pressurization can be collateralized. Therefore, as for the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, some foaming agents [ at least ] have the foaming engine performance.

[0023] Since a laminating is carried out, and it can paste up closely enough, without a foaming agent's foaming, expanding an insulating coat and producing a clearance among insulating coats when heating pressurization is carried out, the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention does not cause the breakaway between layers depended badly [ adhesion ]. Moreover, in the magnetic steel sheet with an insulating coat of this

invention, since there is no problem that insulation falls or magnetic properties deteriorate by heat distortion or processing distortion, in the case of manufacture and it is not necessary to apply adhesives to it further after insulating coat formation, the problem of being bad does not have workability, either.

[0024] The magnetic steel sheet which has the electric insulation coat which applies to JP,4-235286,A the dichromic acid water solution which blended the organic blowing agent etc., and is obtained is indicated. This magnetic steel sheet makes a foaming agent foam at the time of coat formation, and produces uniform cellular structure in an insulating coat layer. However, in carrying out the laminating of this magnetic steel sheet and manufacturing a laminating magnetic steel sheet by carrying out heating pressurization, there is a problem produced from the irregularity on the front face of a coat etc. that adhesion is poor, like the conventional heating bonded type magnetic steel sheet. On the other hand, since foaming in the time of coat formation etc. is controlled and the foaming engine performance is collateralized, if a laminating is carried out and heating pressurization is carried out, since a foaming agent will foam to the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, it will expand an insulating coat and will not produce a clearance among insulating coats, it does not have the problem that adhesion is poor.

[0025] Below, the laminating magnetic steel sheet of this invention is explained. The laminating magnetic steel sheet of this invention is a laminating magnetic steel sheet which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and is characterized by having the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line having many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line. A glue line fully has reinforcement and the laminating magnetic steel sheet of this invention does not have problems, such as breakaway between layers depended badly [ adhesion ].

[0026] The magnetic steel sheet and the adhesive resin which are used for the laminating magnetic steel sheet of this invention are the same as that of what is used for the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention mentioned above. Moreover, the glue line of the laminating magnetic steel sheet of this invention can contain additives, such as a rust-proofer, like the insulating coat of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention.

[0027] It is desirable that it is the point that sufficient resistance between layers can be obtained, and is 0.05 micrometers or more although not limited, it is more desirable that it is 0.1 micrometers or more, and in order that especially the thickness of the glue line of the laminating magnetic steel sheet of this invention may keep a space factor high, it is desirable that it is 25 micrometers or less, and it is more desirable that it is 15 micrometers or less.

[0028] The glue line of the laminating magnetic steel sheet of this invention has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line. Bond strength will become weak if the path of air bubbles is larger than the thickness of a glue line.

[0029] Especially the laminating magnetic steel sheet of this invention carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, after carrying out a two or more sheet laminating so that the manufacture approach may not be limited, for example, said insulating coats may paste up the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, and the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention characterized by making it foam to some or all of said foaming agent is mentioned suitably. Hereafter, the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention is explained.

[0030] In the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention, a two or more sheet laminating is carried out so that said insulating coats may paste up the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention first. Here, when the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention has the insulating coat to both sides, it can carry out the laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of other this inventions to the both sides. Therefore, the laminating of the desired number of sheets can be carried out by having an insulating coat for magnetic steel sheets with an insulating coat other than two sheets of the both ends which carry out a laminating to both sides.

[0031] Next, heating pressurization is carried out so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and some or all of said foaming agent is made to foam. A foaming agent is made to foam, and it can be made to paste up, without expanding an insulating coat and producing a clearance among insulating coats by producing many air bubbles. In the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention, although it will not be limited especially if whenever [ stoving temperature ] is beyond the decomposition initiation temperature of the foaming agent used, it is desirable that they are the glass transition temperature of the adhesive resin used or more than softening temperature, and it is desirable that it is below the decomposition temperature of adhesive resin.

[0032] An adhesion pressure is 0.01 kgf/cm<sup>2</sup>. It is desirable that it is above (9.81x10<sup>2</sup> Pa). 1 kgf/cm<sup>2</sup> It is more desirable that it is above (9.81x10<sup>4</sup> Pa). 5 kgf/cm<sup>2</sup> It is desirable that it is especially above (4.90x10<sup>5</sup> Pa). moreover, 2000 kgf/cm<sup>2</sup> — it is the following (1.961x10<sup>8</sup> Pa) — desirable — 1000 kgf/cm<sup>2</sup> — it is the following (9.81x10<sup>7</sup> Pa) — more — desirable — 500 kgf/cm<sup>2</sup> — it is desirable that it is especially the following (4.90x10<sup>7</sup> Pa). Since the insulating coat containing adhesive resin expands according to the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention, compared with the conventional heating bonded type magnetic steel sheet, sufficient adhesion condition is realizable by the lower adhesion pressure. As for pressurization time amount, it is desirable that it is 10 - 10000 seconds.

[0033] Although especially the application of the laminating magnetic steel sheet of this invention is not limited, it is

one of the modes with desirable considering as a laminating iron core. That is, it is the laminating iron core which comes to carry out the two or more sheet laminating of the magnetic steel sheet, and the laminating iron core with which it has the glue line which contains adhesive resin between each magnetic steel sheet, and this glue line has many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line is one mode of this invention. Although it is desirable to carry out heating pressurization further and to block using an adhesive resin layer being shown in a front face as for the laminating magnetic steel sheet of this invention, it may use it, carrying out laminating fixing by others and the approach (caulking, welding), without carrying out heating pressurization. Since the laminating of the magnetic steel sheet is carried out by heating pressurization and it is obtained, even when carrying out laminating fixing of this by other approaches, the laminating magnetic steel sheet of this invention is pierced, and has the advantage that there is little time and effort of the count of a laminating. Moreover, although especially the application of the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet of this invention is not limited, it is one of the modes with desirable considering as the manufacture approach of the laminating iron core of this invention. That is, after carrying out a two or more sheet laminating so that said insulating coats may paste up the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention, the manufacture approach of the laminating magnetic steel sheet which carries out heating pressurization so that it may become the temperature beyond the decomposition initiation temperature of said foaming agent, and is characterized by obtaining a laminating iron core by making some or all of said foaming agent foam is one mode of this invention.

[0034]

[Example] Although an example is shown below and this invention is concretely explained to it, this invention is not restricted to these.

(Examples 1-18 and examples 1-5 of a comparison) To magnitude 150mmx300mm and the magnetic steel sheet (electrical sheet) of 0.5mm of board thickness, as shown in the 1st table, the adhesive resin of various kinds of drainage systems which contain various kinds of foaming agents with a predetermined content was applied by the roll coater, and it could be burned at 180 degrees C of attainment board temperature, it cooled radiationally, and the magnetic steel sheet with an insulating coat which has the insulating coat of 5 micrometers of coating thickness on the surface of one side was obtained. After carrying out a two-sheet laminating next so that insulating coats may paste up a magnetic steel sheet with an insulating coat, carry out heating pressurization, it was made to paste up with the temperature shown in the 1st table using a hotpress on pressure 10 kgf/cm<sup>2</sup> (9.81x10<sup>5</sup> Pa) and the conditions for time amount 1 minute, and the laminating magnetic steel sheet was obtained.

[0035] About each magnetic steel sheet with an insulating coat and each laminating magnetic steel sheet which were obtained, it evaluated by [ as being the following ].

(1) After shifting and carrying out the laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of two bond strength (width-of-face [ of 20mm ] x die length of 70mm) so that insulating coats may paste up in the part from a tip to 10mm (lap part: width-of-face [ of 20mm ] x die length of 10mm), using the hotpress, at 200 degrees C, carry out heating pressurization, it was made to paste up on pressure 10 kgf/cm<sup>2</sup> (9.81x10<sup>5</sup> Pa) and the conditions for time amount 1 minute, and the test piece was obtained. The maximum stress when performing a tension test and fracturing at a room temperature, on condition that speed-of-testing 3 mm/min, about this test piece estimated bond strength.

[0036] (2) About the condition laminating magnetic steel sheet (50mmx50mm) of an adhesion side, drive a wedge between the pasted-up layers and it was made to exfoliate in respect of adhesion, and the condition of an adhesion side was observed by viewing and evaluated as follows.

O : — almost — a whole surface product — adhesion O: — 90% or more of area — adhesion \*\*: — less than 90% 70% or more of area — adhesion x: — less than 70% of area — adhesion [0037] (3) Two magnetic steel sheets with an insulating coat which while was obtained and have an insulating coat on a front face by the airtight above, 38 magnetic steel sheets [ which have the insulating coat of 5 micrometers of coating thickness manufactured on the same conditions as the above on the surface of both / with an insulating coat ] a total of 40 sheets After piercing in the shape of a ring (the outer diameter of 100mm, bore of 50mm), respectively, the laminating was carried out so that insulating coats might paste up, heating pressurization was carried out on the same conditions as the above, and the laminating iron core was obtained. About each laminating iron core 30 which was typically shown in drawing 4 (a) below and which was obtained by the above, as it was shown in drawing 4 (b), the seal test was performed. The seal of the top face and inferior surface of tongue of the laminating iron core 30 was carried out with the seals 31 and 32 made from stainless steel. However, the tubing 33 for sending air was attached in the seal 31 on top. Subsequently, the dipping of the laminating iron core 30 behind a seal was carried out to the container into which water 34 was put, from the tubing 33 attached in the seal 31 on top, the compressed air was poured in so that a pressure might maintain 1 kgf/cm<sup>2</sup> (9.81x10<sup>4</sup> Pa), the air 35 which leaked from the side face of the laminating iron core 30 to per unit time amount was accumulated in the measuring cylinder 36, and the amount was measured. In addition, in the trial about which laminating iron core 30, air had not leaked from between the laminating iron core 30 and the up-and-down seals 31 and 32.

[0038] The condition and the airtight evaluation result of bond strength and an adhesion side are shown in the 1st table. Moreover, about the thing (examples 1-8 and examples 2 and 3 of a comparison) using the acrylic resin containing 5-phenyl tetrazole, the condition of bond strength and an adhesion side was shown also in drawing 5. When the laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention (examples 1-18) was carried out, heating pressurization is carried out, it is pasted up and it considers as the laminating magnetic steel sheet of this invention, or the laminating iron core of this invention, each is excellent in an adhesive property, and it

turns out that the condition of an adhesion side is good, so that clearly from the 1st table and drawing 5. In addition, after making a glue line exfoliate in respect of adhesion, when the cross section was observed with the electron microscope about the laminating magnetic steel sheet of examples 1-18, in all, the glue line had many air bubbles with a path smaller than the thickness of a glue line. On the other hand, the conventional heating bonded type magnetic steel sheet (examples 1, 4, and 5 of a comparison) with which adhesive resin does not contain a foaming agent had the bad adhesive property, and the amount of non-adhesion part was much. It was also the same as when there are too few contents of a foaming agent (example 2 of a comparison). Moreover, when there were too many contents of a foaming agent (example 3 of a comparison), it was inferior to bond strength.

[0039]

[Table 1]

第 1 表 (その 1)

	接 着 性 樹 脂	発 泡 剤			接 着 度 (℃)	接 着 度		接 着 面 状 態	気 密 性 (mL/min)
		種 類	分解開始 温度 (℃)	添加量 (接着性樹脂100 質量部に対する 質量部)		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)		
比較例 1	アクリル系樹脂	なし	—	0.00	250	135	13.2	×	10
比較例 2	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.005	250	135	13.2	×	11
実施例 1	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.01	250	135	13.2	△	5
実施例 2	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.02	250	135	13.2	○	1
実施例 3	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.05	250	132	12.9	◎	0.1
実施例 4	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.10	250	132	12.9	◎	0
実施例 5	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.20	250	130	12.7	◎	0
実施例 6	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.50	250	110	10.8	◎	0
実施例 7	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	1.00	250	71	6.96	◎	0
実施例 8	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	2.00	250	52	5.10	◎	0
比較例 3	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	3.00	250	29	2.84	◎	0



[0040]  
[Table 2]

第 1 表 (その 2)

	接 着 性 樹 脂	発 泡 剤			接 着 度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	接 着 強 度		接 着 面 状 態	気 密 性 ( $\text{mL}/\text{min}$ )
		種 類	分解開 始温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	添 加 量 (接 着 性 樹 脂 100 質量部 に対する 質量部)		( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	( $\text{MPa}$ )		
実施例 9	アクリル系樹脂	D-トリエンスジメチルポリド	220	0.20	250	133	13.0	◎	0
実施例 10	アクリル系樹脂	D-トリエンスジメチルポリド	220	0.50	250	125	12.3	◎	0
実施例 11	アクリル系樹脂	D-トリエンスジメチルポリド	220	1.00	250	91	8.92	◎	0
実施例 12	アクリル系樹脂	重炭酸ナトリウム	200	0.20	230	134	13.1	◎	0
実施例 13	アクリル系樹脂	重炭酸ナトリウム	200	0.50	230	128	12.6	◎	0
実施例 14	アクリル系樹脂	重炭酸ナトリウム	200	1.00	230	100	9.81	◎	0
比較例 4	エポキシ系樹脂	なし	—	0.00	250	132	12.9	×	10
実施例 15	エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.20	250	127	12.5	◎	0
実施例 16	エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.50	250	118	11.6	◎	0
比較例 5	アクリル系樹脂	なし	—	0.00	250	134	13.1	×	10
実施例 17	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.20	250	132	12.9	◎	0
実施例 18	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.50	250	114	11.2	◎	0

[0041] The presentation of each adhesive resin is as follows among the 1st table.

\*\* acrylic resin: — acrylic resin 85 mass % (glass transition temperature of 80 degrees C), and epoxy resin 15 mass %

\*\* epoxy system resin: — epoxy resin 85 mass % (softening temperature of 70 degrees C), phenol resin 15 mass %

\*\* acrylic / epoxy system resin: acrylic resin 40 mass % (glass transition temperature of 80 degrees C), epoxy resin 30 mass % (softening temperature of 70 degrees C), and phenol resin 30 mass % [0042]

[Effect of the Invention] The laminating of the magnetic steel sheet with an insulating coat of this invention is carried out, and when heating pressurization is carried out, insulating coats can paste it up closely enough.

Moreover, the laminating magnetic steel sheet of this invention and the laminating iron core of this invention are excellent in the adhesive property in a glue line. Furthermore, according to the manufacture approach of the

laminating magnetic steel sheet of this invention, and the manufacture approach of the laminating iron core of this invention, the laminating magnetic steel sheet of this invention and the laminating iron core of this invention can be manufactured suitably.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-260910

(P2002-260910A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト* (参考)
H 0 1 F 1/16		H 0 1 F 1/16	A 4 D 0 7 5
B 0 5 D 5/12		B 0 5 D 5/12	D 4 F 1 0 0
7/14		7/14	H 4 J 0 4 0
B 3 2 B 15/08		B 3 2 B 15/08	N 5 E 0 4 1
			G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-54325 (P2001-54325)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 佐志 一道

岡山県倉敷市水島川崎通1丁目 (番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72) 発明者 小森 ゆか

岡山県倉敷市水島川崎通1丁目 (番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(74) 代理人 100080159

弁理士 渡辺 望穂 (外1名)

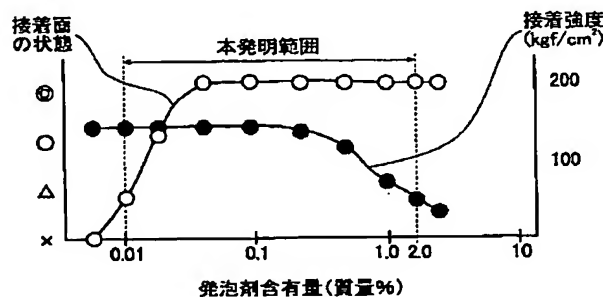
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接着性に優れた絶縁被膜付き電磁鋼板

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 表面に接着性樹脂を含有する絶縁被膜を有する電磁鋼板であって、積層し加熱加圧した場合に、該絶縁被膜同士が十分に接着しうる電磁鋼板の提供。

【解決手段】 電磁鋼板の少なくとも一方の表面に絶縁被膜を設けてなる絶縁被膜付き電磁鋼板であって、該絶縁被膜が接着性樹脂および発泡剤を含有し、該発泡剤の含有量が該接着性樹脂100質量部に対して0.01~2質量部である絶縁被膜付き電磁鋼板。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】電磁鋼板の少なくとも一方の表面に絶縁被膜を設けてなる絶縁被膜付き電磁鋼板であって、該絶縁被膜が接着性樹脂および発泡剤を含有し、該発泡剤の含有量が該接着性樹脂100質量部に対して0.01～2質量部である絶縁被膜付き電磁鋼板。

【請求項2】電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層電磁鋼板であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する積層電磁鋼板。

【請求項3】電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層鉄芯であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する積層鉄芯。

【請求項4】請求項1に記載の絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることにより積層電磁鋼板を得ることを特徴とする積層電磁鋼板の製造方法。

【請求項5】請求項1に記載の絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることにより積層鉄芯を得ることを特徴とする積層鉄芯の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転器、変圧器等に用いられる積層鉄芯の材料として用いられる、加熱接着型の絶縁被膜付き電磁鋼板に関する。また、本発明は、積層電磁鋼板および積層鉄芯ならびにこれらの製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、回転器、変圧器等の電気機器に使用される鉄芯は、まず電磁鋼板に渦電流を減少させるための絶縁被膜を施し、それを打ち抜き、またはせん断加工し、多数積み重ね、更に、溶接、カシメまたは接着剤により固着させることにより製造されていた。しかしながら、溶接により固着させる方法には、鉄芯エッジ部が短絡され絶縁性が低下するという問題や、熱歪みにより磁気特性が劣化するという問題があった。また、カシメにより固着させる方法には、加工歪みにより磁気特性が劣化するという問題があった。また、接着剤により固着させる方法には、上述したような磁気特性の劣化の問題はあまりないが、電磁鋼板1枚毎に接着剤を塗布する必要があるため作業性が悪いという問題や、絶縁被膜間での接着力が十分でないという問題があった。

【0003】これに対し、特開平2-208034号公報には、ガラス転移温度60℃以上の熱可塑性アクリル

樹脂エマルジョン、エポキシ樹脂エマルジョン等を主成分とする組成物を塗布し乾燥して得られた鋼板を積層し、加熱加圧して積層鉄芯を製造する方法が記載されている。この方法は、接着剤を塗布する工程を省略したものであり、加工歪みの影響を受けにくく、コイル状に巻いた場合においてもブロッキングしにくいという利点を有する。しかしながら、上記方法で製造された電磁鋼板（以下「従来の加熱接着型電磁鋼板」という。）を加熱加圧して得られた実際の積層鉄芯においては、接着が不完全な部分が存在する場合があります、ひどい時には接着不良による層間はく離（接着面ではなく離）を引き起こすという問題があった。特に、鉄芯が大きい場合には、被膜や鋼板の凹凸の影響を受けやすく、問題が顕在化しやすかった。

【0004】図を用いて説明する。図1は、従来の加熱接着型電磁鋼板を積層し、加熱加圧して得られる積層鉄芯1における、接着性樹脂を含有する絶縁被膜2の模式的な断面図である。接着前において、絶縁被膜2の表面は外観上全く平坦に見えていても、塗布時の塗布ロールのローピング等による微妙な軟状の被膜の凹凸が存在しており、加熱加圧を行ってもその凹部が接着しない場合がある。その結果、接着良好部分3と非接着部分4とが縞状に存在し、完全接着に至らないことが生じうる。これが、積層鉄芯1の積層コアの内外を密封したい場合においては、漏れの原因となる。また、板厚偏差、膜厚偏差等の理由により加圧不足となった部分においては、絶縁被膜2同士が十分に貼り付かず、コア割れを起こす場合がある。コア割れ部分5は、層間はく離を起こしている部分である。実際の製品には、板厚偏差、膜厚偏差、絶縁被膜の凹凸等がどうしても存在し、一方、加熱加圧時の圧力も装置の都合上大きくすることができないことも多いため、上記問題が生じる可能性は多かれ少なかれ残ってしまう。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明は、表面に接着性樹脂を含有する絶縁被膜を有する電磁鋼板であって、積層し加熱加圧した場合に、該絶縁被膜同士が十分に接着しうる電磁鋼板を提供することを目的とする。また、本発明は、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層電磁鋼板であって、各電磁鋼板の間の接着性樹脂を含有する接着層により電磁鋼板同士が十分に接着している積層電磁鋼板、およびその製造方法を提供することを目的とする。更に、本発明は、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層鉄芯であって、各電磁鋼板の間の接着性樹脂を含有する接着層により電磁鋼板同士が十分に接着している積層鉄芯、およびその製造方法を提供することを目的とする。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意研究した結果、絶縁被膜を構成する接着

性樹脂に特定量の発泡剤を含有させておくと、加熱加圧時に発泡剤が発泡し、絶縁被膜が膨張して非接着部分が生じないことを見出し、本発明を完成した。

【0007】即ち、本発明は、電磁鋼板の少なくとも一方の表面に絶縁被膜を設けてなる絶縁被膜付き電磁鋼板であって、該絶縁被膜が接着性樹脂および発泡剤を含有し、該発泡剤の含有量が該接着性樹脂100質量部に対して0.01～2質量部である絶縁被膜付き電磁鋼板を提供する。図2は、上述した(a)従来の加熱接着型電磁鋼板を積層してなる積層電磁鋼板と、(b)本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を積層してなる積層電磁鋼板の加熱加圧前後の状態を示す断面模式図である。なお、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板はこれに限定されない。電磁鋼板11に接着性樹脂被膜(接着性樹脂を含有する絶縁被膜)12を設けてなる従来の加熱接着型電磁鋼板10は、積層して加熱加圧すると、接着性樹脂被膜12の凹凸に起因して、接着良好部分13と非接着部分14とが生じてしまう。これに対して、電磁鋼板21に接着性樹脂および発泡剤を含有する絶縁被膜22を設けてなる本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板20は、積層して加熱加圧すると、加熱により発泡剤の一部または全部が発泡して気泡23が生じ、これにより絶縁被膜22が膨張して、絶縁被膜22同士の間隙に隙間を生じさせることなく、接着するのである。したがって、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板によれば、積層し加熱加圧した場合に、絶縁被膜同士が十分に密接に接着しうる。

【0008】また、本発明は、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層電磁鋼板であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する積層電磁鋼板を提供する。

【0009】また、本発明は、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層鉄芯であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する積層鉄芯を提供する。

【0010】また、本発明は、前記絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることにより積層電磁鋼板を得ることを特徴とする積層電磁鋼板の製造方法を提供する。

【0011】また、本発明は、前記絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることにより積層鉄芯を得ることを特徴とする積層鉄芯の製造方法を提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。初めに、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板について

説明する。本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、電磁鋼板の少なくとも一方の表面に絶縁被膜を設けてなる絶縁被膜付き電磁鋼板であって、該絶縁被膜が接着性樹脂および発泡剤を含有し、該発泡剤の含有量が該接着性樹脂100質量部に対して0.01～2質量部であることを特徴とする。

【0013】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板に用いられる電磁鋼板(電気鉄板)としては、公知のものをを用いることができ、無方向性、1方向性、2方向性などいずれのものでもよい。電磁鋼板の化学組成は、特に限定されない。また、電磁鋼板の板厚は、特に限定されないが、通常厚みである0.05～1.0mm程度とするのが好ましい。

【0014】本発明に用いられる接着性樹脂は、特に限定されず、アクリル系、エポキシ系、フェノール系、シリコン系等の樹脂を用いることができ、これらを単独でまたは2種以上の接着性樹脂の混合物として用いることができる。また、アミン系硬化剤、シリカ等の添加物を本発明の効果を損なわない範囲で添加することができる。本発明に用いられる接着性樹脂は、ガラス転移温度または軟化温度が60℃以上であるのが好ましい。ガラス転移温度または軟化温度が60℃以上であると、良好な接着強度が得られ、かつ、コイル状に巻き取った場合においても鋼板同士のブロッキングを抑制することができる。

【0015】本発明に用いられる発泡剤は、化学発泡剤であり、加熱により窒素、二酸化炭素、一酸化炭素、アンモニア、水素等のガスを発生させるものである。発泡剤としては、有機系発泡剤および無機系発泡剤のいずれも用いることができる。有機系発泡剤としては、例えば、アゾジカルボンアミド、アゾビスホルムアミド、アゾビスイソプロピロニトリル、アゾジカルボン酸バリウム等のアゾ化合物；N，N'-ジニトロソペンタメチレンテトラミン、N，N'-ジニトロソ-N，N'-ジメチルテレフタルアミド等のニトロソ化合物；ペンゼンスルホニルヒドラジッド、p-トルエンスルホニルヒドラジッド、p，p'-オキシビスペンゼンスルホニルヒドラジッド等のスルホニルヒドラジッド化合物；p-トルエンスルホニルセミカルバジッド等のスルホニルセミカルバジッド化合物；5-フェニルテトラゾール、5-フェニル-1H-テトラゾール等のテトラゾール化合物が挙げられる。無機系発泡剤としては、例えば、重炭酸ナトリウム、炭酸アンモニウム、重炭酸アンモニウム、亜硝酸アンモニウム、カルシウムアジド等のアジド化合物；ホウ水素化ナトリウム；およびこれらに有機酸を添加したものが挙げられる。これらの発泡剤は、本発明を損なわない範囲で、複合させて用いてもよい。

【0016】発泡剤の分解開始温度および分解温度は、特に限定されない。ここで、本発明における分解開始温度および分解温度について、図3を用いて説明する。図

3は、発泡剤を昇温速度2℃/分で加熱した場合の温度とガス発生量との関係を示すグラフである。本発明における発泡剤の分解開始温度は、昇温速度2℃/分で加熱した場合にガス発生量が急激に増加し始める温度であり、図3における接線aと接線bとの交点の温度である。また、本発明における発泡剤の分解温度は昇温速度2℃/分で加熱した場合にガス発生量が飽和する温度であり、図3における接線cと接線dとの交点の温度である。

【0017】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板の絶縁被膜における発泡剤の含有量は、接着性樹脂100質量部に対して0.01~2質量部である。絶縁被膜における発泡剤の含有量は、絶縁被膜を十分に膨張させる点で、接着性樹脂100質量部に対して、0.01質量部以上であり、好ましくは0.02質量部以上、より好ましくは0.05質量部以上、更に好ましくは0.10質量部以上である。また、絶縁被膜における発泡剤の含有量は、被膜の密度を維持して接着強度を維持する点で、接着性樹脂100質量部に対して、2質量部以下であり、好ましくは1.5質量部以下、より好ましくは1.0質量部以下である。

【0018】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、後述する本発明の積層電磁鋼板および本発明の積層鉄芯に好適に用いられるためには、発泡剤が接着性樹脂中に均一に分散し、接着後の膜厚より小さい気泡を生成させるのが好ましい。

【0019】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板の絶縁被膜は、上記発泡剤の発泡に関する温度特性を調整するために、分解促進剤（発泡助剤）を含有することができる。分解促進剤としては、特に限定されず、用いられる発泡剤に応じて公知のものを用いることができる。例えば、尿素、ステアリン酸、二塩基性フタル酸鉛、二塩基性亜リン酸鉛、ルイス酸を有する金属化合物が挙げられる。

【0020】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板の絶縁被膜は、各種性能の一層の向上ために、防錆剤等の添加剤を含有することができる。この場合、歪取り焼鈍後の性能を確保するために、絶縁被膜における無機物質の合計量は、有機物質100質量部に対して3~300質量部とするのが好ましい。

【0021】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板の絶縁被膜の厚さは、特に限定されないが、十分な層間抵抗を得られる点で、0.05μm以上であるのが好ましく、0.1μm以上であるのがより好ましく、また、占積率（積層電磁鋼板や積層鉄芯とした場合の全体に対する地鉄の割合）を高く保つため、25μm以下であるのが好ましく、10μm以下であるのがより好ましい。

【0022】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、製造方法を特に限定されない。例えば、エマルジョン、ディスページョン等の水系の接着性樹脂をロールコーター法、フローコーター法、スプレー塗装、ナイフコーター法

等、種々の方法で電磁鋼板に塗布し、通常実施されるような熱風式、赤外式、誘導加熱式等の方法で焼付処理を行う方法が挙げられる。これらの工程は、電磁鋼板を切り板状としてから行ってもよいが、コイル状のままで行った方が生産性が高く、実用である。また、これらの工程は、用いられる発泡剤の分解温度以下、好ましくは分解開始温度以下で行う。これにより、製造工程での発泡剤の発泡を抑制し、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を積層して加熱加圧した場合における発泡性能を担保することができる。したがって、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、発泡剤の少なくとも一部が発泡性能を有している。

【0023】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、積層し加熱加圧した場合に、発泡剤が発泡して絶縁被膜を膨張させて、絶縁被膜同士の間隙を生じることなく十分に密接に接着しうるので、接着不良による層間はく離を引き起こすことがない。また、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板においては、製造の際に、絶縁性が低下したり、熱歪みや加工歪みにより磁気特性が劣化したりするという問題がなく、また、絶縁被膜形成後に更に接着剤を塗布する必要がないので、作業性が悪いという問題もない。

【0024】特開平4-235286号公報には、有機発泡剤等を配合した重クロム酸水溶液を塗布して得られる電気絶縁被膜を有する電磁鋼板が記載されている。この電磁鋼板は、被膜形成時に発泡剤を発泡させ、絶縁被膜層内に均一な気泡構造を生じさせたものである。しかし、この電磁鋼板を積層し加熱加圧することにより積層電磁鋼板を製造する場合には、従来の加熱接着型電磁鋼板と同様に、被膜表面の凹凸等から生じる接着不良の問題がある。これに対し、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、被膜形成時等における発泡を抑制し発泡性能を担保したものであるため、積層して加熱加圧すると、発泡剤が発泡して絶縁被膜を膨張させて、絶縁被膜同士の間隙を生じることがないので、接着不良の問題がない。

【0025】つぎに、本発明の積層電磁鋼板について説明する。本発明の積層電磁鋼板は、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層電磁鋼板であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有することを特徴とする。本発明の積層電磁鋼板は、接着層が十分に強度を有し、接着不良による層間はく離等の問題がない。

【0026】本発明の積層電磁鋼板に用いられる電磁鋼板および接着性樹脂は、上述した本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板に用いられるものと同様である。また、本発明の積層電磁鋼板の接着層は、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板の絶縁被膜と同様に、防錆剤等の添加剤を含有することができる。

【0027】本発明の積層電磁鋼板の接着層の厚さは、特に限定されないが、十分な層間抵抗を得られる点で、

0.05  $\mu\text{m}$ 以上であるのが好ましく、0.1  $\mu\text{m}$ 以上であるのがより好ましく、また、占積率を高く保つため、25  $\mu\text{m}$ 以下であるのが好ましく、15  $\mu\text{m}$ 以下であるのがより好ましい。

【0028】本発明の積層電磁鋼板の接着層は、接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する。気泡の径が接着層の厚さより大きいと、接着強度が弱くなる。

【0029】本発明の積層電磁鋼板は、製造方法を特に限定されず、例えば、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることを特徴とする、本発明の積層電磁鋼板の製造方法が好適に挙げられる。以下、本発明の積層電磁鋼板の製造方法について説明する。

【0030】本発明の積層電磁鋼板の製造方法においては、まず本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層する。ここで、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板が、両面に絶縁被膜を有している場合は、その両側に他の本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を積層することができる。したがって、積層する両端の2枚以外の絶縁被膜付き電磁鋼板を両面に絶縁被膜を有するものとするにより、所望の枚数を積層することができる。

【0031】つぎに、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させる。発泡剤を発泡させ、気泡を多数生じさせることにより絶縁被膜を膨張させて、絶縁被膜同士の間に隙間を生じさせることなく接着させることができる。本発明の積層電磁鋼板の製造方法においては、加熱温度は、用いられる発泡剤の分解開始温度以上であれば特に限定されないが、用いられる接着性樹脂のガラス転移温度または軟化温度以上であるのが好ましく、また、接着性樹脂の分解温度以下であるのが好ましい。

【0032】接着圧力は、0.01  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $9.81 \times 10^2 \text{ Pa}$ ) 以上であるのが好ましく、1  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $9.81 \times 10^4 \text{ Pa}$ ) 以上であるのがより好ましく、5  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $4.90 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) 以上であるのが特に好ましく、また、2000  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $1.961 \times 10^8 \text{ Pa}$ ) 以下であるのが好ましく、1000  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $9.81 \times 10^7 \text{ Pa}$ ) 以下であるのがより好ましく、500  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $4.90 \times 10^7 \text{ Pa}$ ) 以下であるのが特に好ましい。本発明の積層電磁鋼板の製造方法によれば、接着性樹脂を含有する絶縁被膜が膨張するため、従来の加熱接着型電磁鋼板に比べて、より低い接着圧力で十分な接着状態を実現することができる。加圧時間は、10～10000秒であるのが好ましい。

【0033】本発明の積層電磁鋼板の用途は、特に限定されないが、積層鉄芯とするのが好ましい態様の一つで

ある。即ち、電磁鋼板を2枚以上積層してなる積層鉄芯であって、各電磁鋼板の間に接着性樹脂を含有する接着層を有し、該接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有する積層鉄芯は、本発明の一態様である。本発明の積層電磁鋼板は、表面に接着性樹脂層があることを利用して、更に加熱加圧してブロック化することが好ましいが、加熱加圧せずに他の方法（カシメ、溶接）により積層固着して使用してもかまわない。本発明の積層電磁鋼板は、電磁鋼板を加熱加圧により積層して得られるものなので、これを他の方法により積層固着する場合でも、打抜き、積層回数の手間が少ないという利点がある。また、本発明の積層電磁鋼板の製造方法の用途は、特に限定されないが、本発明の積層鉄芯の製造方法とするのが好ましい態様の一つである。即ち、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を前記絶縁被膜同士が接着するように2枚以上積層した後、前記発泡剤の分解開始温度以上の温度になるように加熱加圧して、前記発泡剤の一部または全部を発泡させることにより積層鉄芯を得ることを特徴とする積層電磁鋼板の製造方法は、本発明の一態様である。

#### 【0034】

【実施例】以下に実施例を示して本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限られるものではない。

（実施例1～18および比較例1～5）大きさ150 mm×300 mm、板厚0.5 mmの電磁鋼板（電気鉄板）に、第1表に示すように、各種の発泡剤を所定の含有量で含有する各種の水系の接着性樹脂をロールコートで塗布し、到達板温180℃で焼き付け、放冷して、被膜厚さ5  $\mu\text{m}$ の絶縁被膜を一方の表面に有する絶縁被膜付き電磁鋼板を得た。つぎに、絶縁被膜付き電磁鋼板を絶縁被膜同士が接着するように2枚積層した後、ホットプレスを用いて、第1表に示す温度で、圧力10  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $9.81 \times 10^5 \text{ Pa}$ )、時間1分の条件で加熱加圧して接着させて、積層電磁鋼板を得た。

【0035】得られた各絶縁被膜付き電磁鋼板および各積層電磁鋼板について、以下のようにして評価を行った。

#### （1）接着強度

2枚の絶縁被膜付き電磁鋼板（幅20 mm×長さ70 mm）を、先端から10 mmまでの部分で絶縁被膜同士が接着するように、ずらして積層した後（ラップ部分：幅20 mm×長さ10 mm）、ホットプレスを用いて、200℃で、圧力10  $\text{kgf}/\text{cm}^2$  ( $9.81 \times 10^5 \text{ Pa}$ )、時間1分の条件で加熱加圧して接着させ、試験片を得た。この試験片について、引張速度3 mm/minの条件で室温で引張試験を行い、破断したときの最大応力により接着強度を評価した。

#### 【0036】（2）接着面の状態

積層電磁鋼板（50 mm×50 mm）について、接着した層間にクサビを打ち込んで接着面ではなく離させ、接着

面の状態を目視により観察し、以下のように評価した。

◎：ほぼ全面積が接着

○：面積の90%以上が接着

△：面積の70%以上90%未満が接着

×：面積の70%未満が接着

#### 【0037】(3) 気密性

上記で得られた一方の表面に絶縁被膜を有する絶縁被膜付き電磁鋼板2枚と、上記と同様の条件で製造された被膜厚さ5 $\mu$ mの絶縁被膜を両方の表面に有する絶縁被膜付き電磁鋼板38枚との合計40枚を、それぞれリング状(外径100mm、内径50mm)に打ち抜いた後、絶縁被膜同士が接着するように積層し、上記と同様の条件で加熱加圧して、積層鉄芯を得た。つぎに、図4

(a)に模式的に示した、上記で得られた各積層鉄芯30について、図4(b)に示すようにして気密性試験を行った。積層鉄芯30の上面および下面をステンレス製のシール31および32でシールした。ただし、上面のシール31には、空気を送るための管33を取り付けた。ついで、シール後の積層鉄芯30を水34を入れた容器に浸せきさせ、上面のシール31に取り付けた管33から、圧縮空気を圧力が1kgf/cm<sup>2</sup>(9.81 $\times 10^4$ Pa)を保つように注入し、単位時間あたりに積層鉄芯30の側面から漏れた空気35をメスシリンダー36に溜めて、その量を測定した。なお、いずれの積

層鉄芯30についての試験においても、積層鉄芯30と上下のシール31および32との間からは空気は漏れていなかった。

【0038】接着強度、接着面の状態および気密性の評価結果を第1表に示す。また、5-フェニルテトラゾールを含有するアクリル系樹脂を用いたもの(実施例1~8ならびに比較例2および3)については、接着強度および接着面の状態を図5にも示した。第1表および図5から明らかなように、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板(実施例1~18)は、積層して加熱加圧して接着させて、本発明の積層電磁鋼板や本発明の積層鉄芯とした場合に、いずれも接着性に優れ、かつ、接着面の状態がよいことが分かる。なお、実施例1~18の積層電磁鋼板について、接着層を接着面ではなく離させた後に、電子顕微鏡によりその断面を観察したところ、いずれも接着層が接着層の厚さより径の小さい気泡を多数有していた。これに対して、接着性樹脂が発泡剤を含有しない従来の加熱接着型電磁鋼板(比較例1、4および5)は、接着性が悪く、非接着部分が多かった。発泡剤の含有量が少なすぎる場合(比較例2)も同様であった。また、発泡剤の含有量が多すぎる場合(比較例3)は、接着強度に劣っていた。

#### 【0039】

##### 【表1】



【0040】

第 1 表 (その1)

	接 着 性 樹 脂	発 泡 剤			接 着 度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	接 着 度		接 着 面 状 態	気密性 ( $\text{mL/min}$ )
		種 類	分解開 始温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	添 加 量 (接着性樹脂100 質量部に対する 質量部)		( $\text{kgf/cm}^2$ )	( $\text{MPa}$ )		
比較例 1	アクリル系樹脂	なし	—	0.00	250	135	13.2	×	10
比較例 2	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.005	250	135	13.2	×	11
実施例 1	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.01	250	135	13.2	△	5
実施例 2	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.02	250	135	13.2	○	1
実施例 3	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.05	250	132	12.9	◎	0.1
実施例 4	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.10	250	132	12.9	◎	0
実施例 5	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.20	250	130	12.7	◎	0
実施例 6	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	0.50	250	110	10.8	◎	0
実施例 7	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	1.00	250	71	6.96	◎	0
実施例 8	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	2.00	250	52	5.10	◎	0
比較例 3	アクリル系樹脂	5-フェニルテトラソール	220	3.00	250	29	2.84	◎	0

【表2】

第 1 表 (その 2)

	接 着 性 樹 脂	発 泡 剤			接 着 温 (℃)	接 着 度		接 着 面 状 態	気 密 性 (mL/min)
		種 類	分 解 開 始 温 度 (℃)	添 加 量 (接 着 性 樹 脂 100 質 量 部 に 対 す る 質 量 部)		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)		
実施例 9	アクリル系樹脂	ポ-トメツルニメニカボワド	220	0.20	250	133	13.0	◎	0
実施例 10	アクリル系樹脂	ポ-トメツルニメニカボワド	220	0.50	250	125	12.3	◎	0
実施例 11	アクリル系樹脂	ポ-トメツルニメニカボワド	220	1.00	250	91	8.92	◎	0
実施例 12	アクリル系樹脂	電炭酸ナトリウム	200	0.20	230	134	13.1	◎	0
実施例 13	アクリル系樹脂	電炭酸ナトリウム	200	0.50	230	128	12.6	◎	0
実施例 14	アクリル系樹脂	電炭酸ナトリウム	200	1.00	230	100	9.81	◎	0
比較例 4	エポキシ系樹脂	なし	-	0.00	250	132	12.9	×	10
実施例 15	エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.20	250	127	12.5	◎	0
実施例 16	エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.50	250	118	11.6	◎	0
比較例 5	アクリル/エポキシ系樹脂	なし	-	0.00	250	134	13.1	×	10
実施例 17	アクリル/エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.20	250	132	12.9	◎	0
実施例 18	アクリル/エポキシ系樹脂	5-フェニルテトラゾール	220	0.50	250	114	11.2	◎	0

【0041】第1表中、各接着性樹脂の組成は、以下の通りである。

- ①アクリル系樹脂：アクリル樹脂85質量%（ガラス転移温度80℃）、エポキシ樹脂15質量%  
 ②エポキシ系樹脂：エポキシ樹脂85質量%（軟化温度70℃）、フェノール樹脂15質量%  
 ③アクリル/エポキシ系樹脂：アクリル樹脂40質量%（ガラス転移温度80℃）、エポキシ樹脂30質量%（軟化温度70℃）、フェノール樹脂30質量%

【0042】

【発明の効果】本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板は、積層し加熱加圧した場合に、絶縁被膜同士が十分に密接に接着しうる。また、本発明の積層電磁鋼板および本発明の積層鉄芯は、接着層における接着性に優れる。更に、本発明の積層電磁鋼板の製造方法および本発明の積層鉄芯の製造方法によれば、本発明の積層電磁鋼板および本発明の積層鉄芯を好適に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の加熱接着型電磁鋼板を積層し、加熱加圧して得られる積層鉄芯における、接着性樹脂を含有する絶縁被膜の模式的な断面図である。

【図2】 (a)は、従来の加熱接着型電磁鋼板を積層してなる積層電磁鋼板の加熱加圧前後の状態を示す断面模式図であり、(b)は、本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板を積層してなる積層電磁鋼板の加熱加圧前後の状態を示す断面模式図である。

【図3】 発泡剤を昇温速度2℃/分で加熱した場合の温度とガス発生量との関係を示すグラフである。

【図4】 (a)は、積層鉄芯の模式的な斜視図であり、(b)は、積層鉄芯の気密性試験の説明図である。

【図5】 本発明の実施例および比較例の一部における、発泡剤含有量と接着強度および接着面の状態のそれぞれとの関係を示す図である。

【符号の説明】

1 積層鉄芯

2、12 接着性樹脂被膜（接着性樹脂を含有する絶縁被膜）

3、13 接着良好部分

4、14 非接着部分

5 コア割れ部分

10 従来の加熱接着型電磁鋼板

11、21 電磁鋼板

20 本発明の絶縁被膜付き電磁鋼板

22 接着性樹脂および発泡剤を含有する絶縁被膜

23 気泡

30 積層鉄芯

31 上面のシール

32 下面のシール

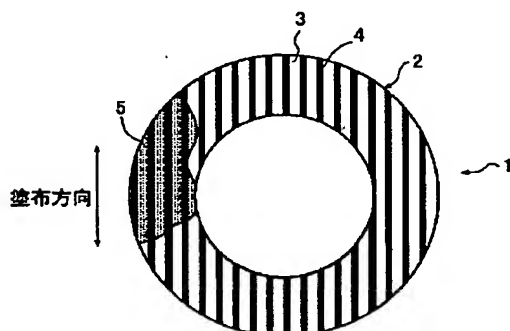
33 管

34 水

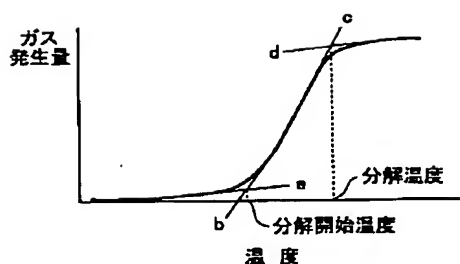
35 漏れた空気

36 メスシリンダー

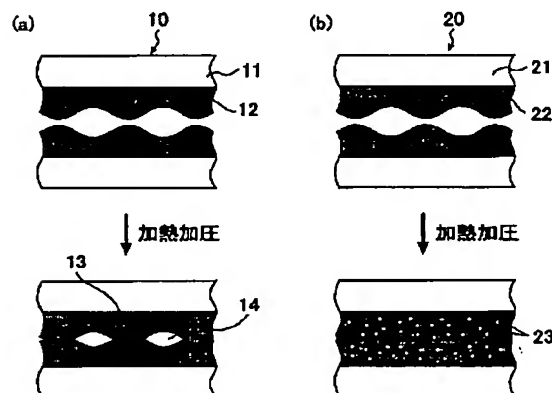
【図1】



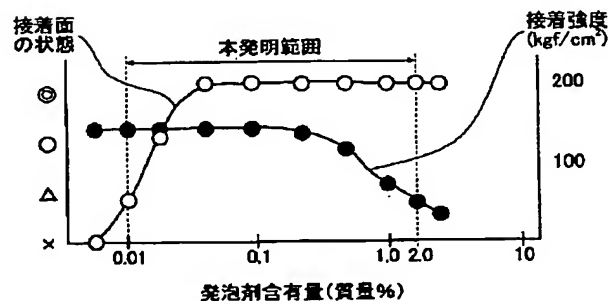
【図3】



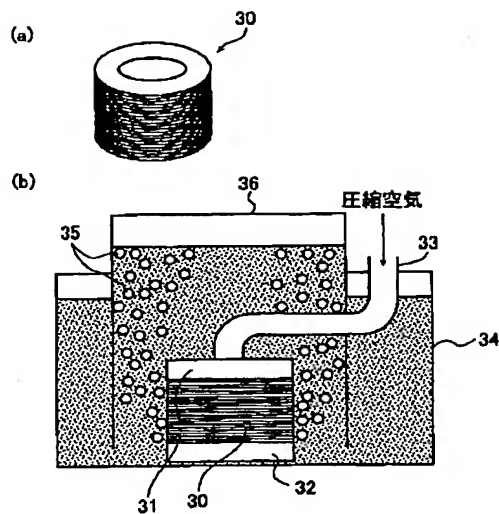
【図2】



【図5】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
H 0 1 F 27/24  
// C 0 9 J 5/08  
201/00

識別記号

F I  
C 0 9 J 5/08  
201/00  
H 0 1 F 27/24

テーマコード (参考)

Q

(72) 発明者 河野 正樹  
岡山県倉敷市水島川崎通 1 丁目 (番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内  
(72) 発明者 本田 厚人  
岡山県倉敷市水島川崎通 1 丁目 (番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

F ターム (参考) 4D075 CA23 CA47 DA06 DB03 DC19  
EA35  
4F100 AB03A AB03C AK01B AK25B  
AK53B BA02 BA03 CA01B  
DJ01B DJ04B EJ202 EJ422  
GB41 JG04B JK06 JL11B  
YY00B  
4J040 DF021 EB021 EC001 EK031  
HA196 HA326 HC14 HC18  
HC20 HD17 KA37 LA02 LA06  
NA19 NA21 PA22 PA30  
5E041 AA02 BC05 CA02 CA04 HB11  
HB14 NN05 NN18